



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 45 250 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**B 22 D 11/16**

⑳ Aktenzeichen: 100 45 250.7  
㉔ Anmeldetag: 13. 9. 2000  
㉓ Offenlegungstag: 21. 3. 2002

22

X → 1,7--10

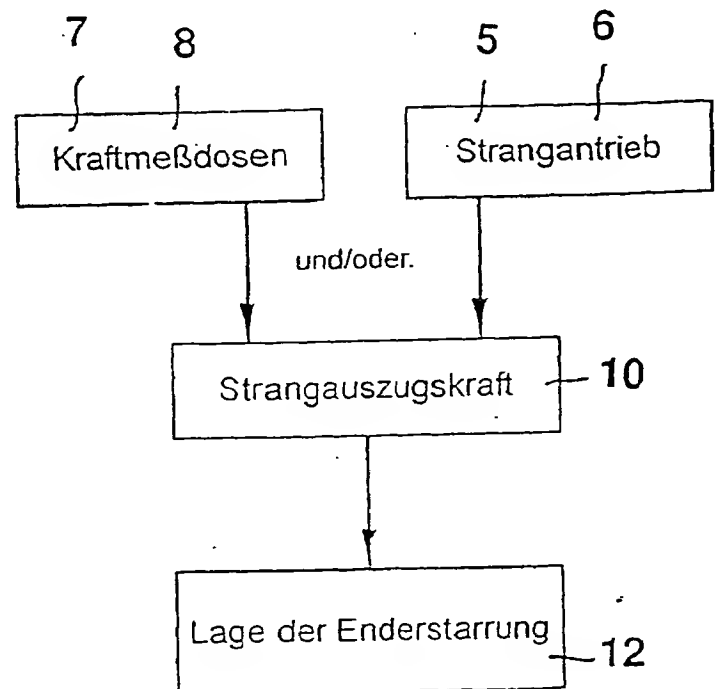
DE 100 45 250 A 1

㉑ Anmelder:  
SMS Demag AG, 40237 Düsseldorf, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Hemmerich und Kollegen, 57072 Siegen

㉑ Erfinder:  
Girgensohn, Albrecht, Dr., 40629 Düsseldorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ㉔ Verfahren und Einrichtung zum Bestimmen der Lage der Enderstarrung im Gießstrang beim Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahl
- ㉕ Ein Verfahren und eine Einrichtung dienen zum Bestimmen der Lage der Enderstarrung (12) im Gießstrang (2) beim Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahl, bei dem der in der Stranggießkokille (1) erzeugte Gießstrang (2) in Stützsegmenten (3, 4) geführt, gekühlt und durch die Stützsegmente (3, 4) mit angetriebenen Rollenpaaren (5, 6) ausgezogen wird. Um die Lage der Enderstarrung (12) genauer zu bestimmen, wird vorgeschlagen, dass zumindest in einem Stützsegment (3; 4) die Strangauszugskraft (10) und/oder die Zuhaltkraft der Stützsegmente (3, 4) gemessen und dass aus den Messwerten der Bereich der Sumpfspitze bestimmt wird.



DE 100 45 250 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Bestimmen der Lage der Enderstarrung im Gießstrang beim Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahl, bei dem der in der Stranggießkokille erzeugte Gießstrang in Stützsegmenten geführt gekühlt und durch die Stützsegmente mit angetriebenen Stützrollenpaaren ausgezogen wird.

[0002] Eine genaue Bestimmung der Lage der Enderstarrung ist für das Stranggießen von großer Bedeutung. Ein Aspekt ist die Betriebssicherheit, weil bei Kenntnis der Lage der Enderstarrung verhindert werden kann, dass die Erstarrungslänge größer wird als die gestützte Länge und der Strang unter Einfluss der Ferrostatik außerhalb der Strangführung unkontrolliert aufbläht.

[0003] Es ist aber auch möglich, eine Verbesserung der Produktqualität zu erreichen, weil mit Kenntnis der Lage der Enderstarrung auch Position und Rate der Soft-Reduktion optimiert bzw. wechselnden Gießbedingungen angepasst werden kann, sofern das entsprechende Stützsegment während des Betriebes z. B. hydraulisch verstellbar ist. In diesem Zusammenhang ist es notwendig, die Lage der Enderstarrung zumindest in einer praktikablen Größenordnung zu kennen.

[0004] Bekannte Verfahren (JP 7 270 349; JP 62 148 850) beruhen auf Durchstrahlen des Gießstranges mit Gammastrahlen in einem Bereich, in dem eine Enderstarrung des Gießstrangs nicht vorliegen kann. Die Lage der Enderstarrung kann daher weder genau noch schätzungsweise ermittelt werden.

[0005] Andere bekannte Verfahren bedienen sich der Oberflächen-Temperatur-Messung und einer auf den Messwerten beruhenden Simulations-Rechnung (JP 60 054 257; DD 293 071 A5). Keines der bekannten Verfahren ergibt ausreichend genaue Werte für die Lage der Enderstarrung.

[0006] Die Lage der Enderstarrung ist derzeit noch nicht direkt messbar. Es ist zwar möglich, über die Messung der Zuhaltekräfte der Stützsegmente (z. B. durch Drucksensoren in den Hydraulikzylindern) zu schließen, in welchem Stützsegment die Enderstarrung gerade stattfindet. Im Hinblick auf die Länge des Stützsegmentes ist dieses Verfahren nicht genau genug.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ermittlung der Lage der Enderstarrung genauer als bisher durchzuführen.

[0008] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zumindest in einem Stützsegment die Strangauszugskraft und/oder die Zuhaltekraft der Stützsegmente gemessen und dass aus den Messwerten der Bereich der Sumpfspitze bestimmt wird. Dieses Verfahren gestaltet die Messung unmittelbarer als alle bisherigen Verfahren, da ein Zusammenhang zwischen der Erstarrungslänge und der benötigten Strangauszugskraft besteht. Aus diesem Grunde können genauere Lagen der Enderstarrung ermittelt werden. Eine besonders genaue Ermittlung findet statt, wenn sowohl die Strangauszugskraft als auch die Zuhaltekraft der Stützsegmente gemessen und aus den Messwerten der Bereich der Sumpfspitze bestimmt wird.

[0009] Dabei kann nach weiteren Merkmalen die Strangauszugskraft aus der Leistungsaufnahme der Strangausziehtriebe bestimmt werden. Dafür steht der von den Motoren aufgenommene Strom durch laufende Messung zur Verfügung. Die Bestimmung der Strangauszugskraft aus der Leistungsaufnahme der Strangantriebe ist unabhängig von der Bauart der Stranggießmaschine (Senkrecht-, Senkrechtabbiege- oder Kreisbogenanlage) möglich. Selbst wenn davon auszugehen wäre, dass der Einfluss der Lage der Enderstar-

rung auf die gesamte Strangauszugskraft nicht sehr hoch wäre, zeigt sich dieser Weg trotzdem als ein gangbarer Weg, wie noch beschrieben wird.

[0010] Eine weitere Methode, die selbständig oder als Kontrollmethode eingesetzt werden kann, besteht darin, dass die Strangauszugskraft über senkrecht zur Gießrichtung eingebaute Kraftmessdosen bestimmt wird. Bei Senkrechanlagen (z. B. CSP-Anlagen) kann die aktuelle Strangauszugskraft auch durch Sensoren bestimmt werden, die unterhalb der Auflagepunkte der Stützsegmente installiert sind.

[0011] Die Genauigkeit der Messungen wird dadurch sehr gesteigert, dass die Lage der Sumpfspitze mit einer Genauigkeit von etwa einem Rollenpaar bestimmt werden kann.

[0012] Eine weitere Steigerung der Genauigkeit der Messung kann außerdem erzielt werden, indem Messwerte für die Gießgeschwindigkeit, die Stahlsorte, die Stahltemperatur, den Wärmestrom in der Stranggießkokille, die Kühlwassermenge und den Kühlwasserdruck in der Sekundärkühlung in die Lagebestimmung in einem Modellansatz mit eingerechnet werden.

[0013] Eine Einrichtung zum Bestimmen der Lage der Enderstarrung im Gießstrang beim Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahl, bei dem der in der Stranggießkokille erzeugte Gießstrang in Stützsegmenten geführt, gekühlt und durch die Stützsegmente mit angetriebenen Stützrollenpaaren ausziehbar ist, löst die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass am Ende eines Stützsegmentes jeweils Kraftmessdosen senkrecht zur Gießrichtung angeordnet sind und dass aufgrund deren Messwerte einzeln oder zusammen mit Werten der Strangantriebsleistung Werte der Strangauszugskraft errechenbar sind, die ein Maß für die Lage der Enderstarrung bilden. Dadurch findet eine genaue Ermittlung der Lage des Bereiches der Enderstarrung statt, wobei verhältnismäßig einfache und erprobte Mittel einsetzbar sind.

[0014] Der Einsatz kann nach weiteren Merkmalen derart erfolgen, dass die Kraftmessdosen kraftschlüssig zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Stützsegmenten angeordnet sind. Diese Lösung ist z. B. für Senkrechanlagen ein praktikabler Weg, um die Messgenauigkeit zu steigern.

[0015] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass letzte Kraftmessdosen im Strangweg vor angetriebenen Stützrollenpaaren angeordnet sind und auf dem Segmentrahmen aufgelagert sind. Dadurch wird die Strangauszugskraft in diesem Bereich, d. h. vor den angetriebenen Stützrollen ermittelt.

[0016] Für eine Erhöhung der Genauigkeit der Messwerte ist ferner vorteilhaft, dass die Messwerte aus Paaren von Kraftmessdosen in einem Modell-Ansatz mit berücksichtigt werden.

[0017] Eine andere Verbesserung sieht vor, dass die Lage der Enderstarrung mit der Genauigkeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rollenpaaren bestimmbar ist. In Kombination mit der Messung der Zuhaltekraft der Stützsegmente (z. B. über den Hydraulikdruck der Segmentzylinder) kann die Lage der Enderstarrung aus der Strangauszugskraft mit einer Genauigkeit von einem Rollenpaar bestimmt werden.

[0018] Der Vorteil ist, dass dieses Verfahren nicht mehr von der Genauigkeit eines Modellansatzes abhängig ist und auch systematische oder temporär auftretende Fehler bei der Erfassung der Modell-Eingabedaten, z. B. verstopfte Düsen, Fehlstellungen und Verformungen der Stützsegmente, Rollenverschleiß, Messfehler bei der Wärmestromdichte oder der Stahltemperatur, keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Bestimmung der Lage der Enderstarrung haben.

[0019] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben und wird im folgenden näher erläu-

tert. Es zeigen:

[0020] Fig. 1 eine Senkrecht-Stranggießvorrichtung im Aufriss mit Stützsegmenten,

[0021] Fig. 2 ein Blockschaltbild für den Messkreis und

[0022] Fig. 3 ein Strangauszugskraft-Erstarungslänge-Diagramm.

[0023] Die in Fig. 1 dargestellte Senkrecht-Stranggießanlage kann ebenso als Senkrecht-Abbiege-Anlage oder als Bogenanlage angesehen werden. In der Stranggießkokille 1 wird ein Gießstrang 2 aus teilweise erstarrtem Stahl erzeugt und in Stützsegmenten 3 und 4 zwischen Sätzen von Rollenpaaren geführt, gekühlt und gestützt. Der Gießstrang 2 wird mittels angetriebenen Rollenpaaren 5 und 6 ausgezogen. Das Verfahren zum bestimmen der Lage der Enderstarrung 12 wird derart ausgeführt, dass zumindest in einem Stützsegment 3 oder 4 die Strangauszugskraft 10 und/oder die Zuhaltkraft der Stützsegmente 3, 4 durch (nicht näher gezeichnet) in hydraulischen Kolben-Zylinder-Einheiten vorhandene Sensoren gemessen und dass aus den Messwerten der Bereich der Sumpfspitze bestimmt wird. Dabei berechnet sich die Strangauszugskraft 10 aus der Leistungsaufnahme der Strangausziehtriebe. Eine Alternative besteht darin, dass die Strangauszugskraft 10 über senkrecht zur Gießrichtung eingebaute Kraftmessdosen 7, 8, die Kraftmessdosen-Paare 9 bilden, errechnet wird.

[0024] Die Messung kann innerhalb eines Rechen-Modells vervollständigt werden, indem Messwerte für die Gießgeschwindigkeit, die Stahlsorte, die Stahltemperatur, den Wärmestrom in der Stranggießkokille 1, die Kühlwassermenge und den Kühlwasserdruck in der Sekundärkühlung in die Lagebestimmung in einem Rechenmodell-Ansatz berücksichtigt werden.

[0025] Am Ende 3a, 4a eines jeweiligen Stützsegmentes 3, 4 sind senkrecht zur Gießrichtung jeweils Kraftmessdosen 7, 7 und 8, 8, zu Kraftmessdosen-Paaren 9 zusammengesetzt angeordnet.

[0026] Die Messwerte der Kraftmessdosen 7, 8 in Form der Strangauszugskraft 10 werden einzeln oder zusammen mit Werten der Strangantriebsleistung 11 verarbeitet, woraus sich ein Maß für die Lage 12 der Enderstarrung ergibt.

[0027] Die Kraftmessdosen 7, 8 sind kraftschlüssig zwischen jeweils zwei aufeinander folgende Stützsegmente 3, 4 angeordnet, wobei die letzten Kraftmessdosen 8, 89 im Strangweg vor den angetriebenen Stützrollenpaaren 5, 6 aufgestützt sind. Die Messwerte werden von den Kraftmessdosen 7, 8 paarweise in einen Rechenmodell-Ansatz mit eingegeben. Die Lage der Enderstarrung 12 wird zumindest mit dem Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rollenpaaren der Strangführung ausgegeben oder angezeigt.

[0028] In Fig. 3 ist ein Diagramm über der Erstarrungslänge (mm) und der Strangauszugskraft (kN) dargestellt. Daraus ist eine sehr direkte Methode, die Lage der Enderstarrung zu bestimmen, zu entnehmen. Für die Segmente wird der Auszugswiderstand ermittelt. Aus der berechneten Strangauszugslänge und der Änderung der Strangauszugskraft ergibt sich aufgrund der Änderung der Erstarrungslänge die Enderstarrung.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Stranggießkokille
- 2 Gießstrang
- 3 Stützsegment
- 3a Ende des Stützsegments
- 4 Stützsegment
- 4a Ende des Stützsegments
- 5 angetriebenes Rollenpaar
- 6 angetriebenes Rollenpaar

- 7 Kraftmessdose
- 8 Kraftmessdose
- 9 Kraftmessdosenpaar
- 10 Strangauszugskraft
- 11 Strangantriebsleistung
- 12 Lage der Enderstarrung
- 13 Segmentrahmen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Lage der Enderstarrung im Gießstrang beim Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahl, bei dem der in der Stranggießkokille erzeugte Gießstrang in Stützsegmenten geführt, gekühlt und durch die Stützsegmente mit angetriebenen Rollenpaaren ausgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in einem Stützsegment die Strangauszugskraft und/oder die Zuhaltkraft der Stützsegmente gemessen und dass aus den Messwerten der Bereich der Sumpfspitze bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strangauszugskraft aus der Leistungsaufnahme der Strangausziehtriebe bestimmt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strangauszugskraft über senkrecht zur Gießrichtung eingebaute Kraftmessdosen bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der Sumpfspitze mit einer Genauigkeit von etwa einem Rollenpaar bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Messwerte für die Gießgeschwindigkeit, die Stahlsorte, die Stahltemperatur, den Wärmestrom in der Stranggießkokille, die Kühlwassermenge und den Kühlwasserdruck in der Sekundärkühlung in die Lagebestimmung in einem Modellansatz mit eingerechnet werden.
6. Einrichtung zum Bestimmen der Lage der Enderstarrung im Gießstrang beim Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahl, bei dem der in der Stranggießkokille erzeugte Gießstrang in Stützsegmenten geführt, gekühlt und durch die Stützsegmente mit angetriebenen Stützrollenpaaren ausziehbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass am Ende (3a; 4a) eines Stützsegmentes (3, 4) jeweils Kraftmessdosen (7, 8) senkrecht zur Gießrichtung angeordnet sind und dass aufgrund deren Messwerte einzeln oder zusammen mit Werten der Strangantriebsleistung (11) Werte der Strangauszugskraft (10) errechenbar sind, die ein Maß für die Lage (12) der Enderstarrung bilden.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftmessdosen (7; 8) kraftschlüssig zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Stützsegmenten (3, 4) angeordnet sind.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass letzte Kraftmessdosen (8) im Strangweg vor angetriebenen Stützrollenpaaren (5, 6) angeordnet und auf dem Segmentrahmen (13) aufgelagert sind.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwerte aus Paaren (9) von Kraftmessdosen (7, 8) in einem Modell-Ansatz mit berücksichtigt werden.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der Enderstarrung (12) zumindest mit der Genauigkeit zwischen zwei auf-

einanderfolgenden Rollenpaaren (5, 6) bestimmbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

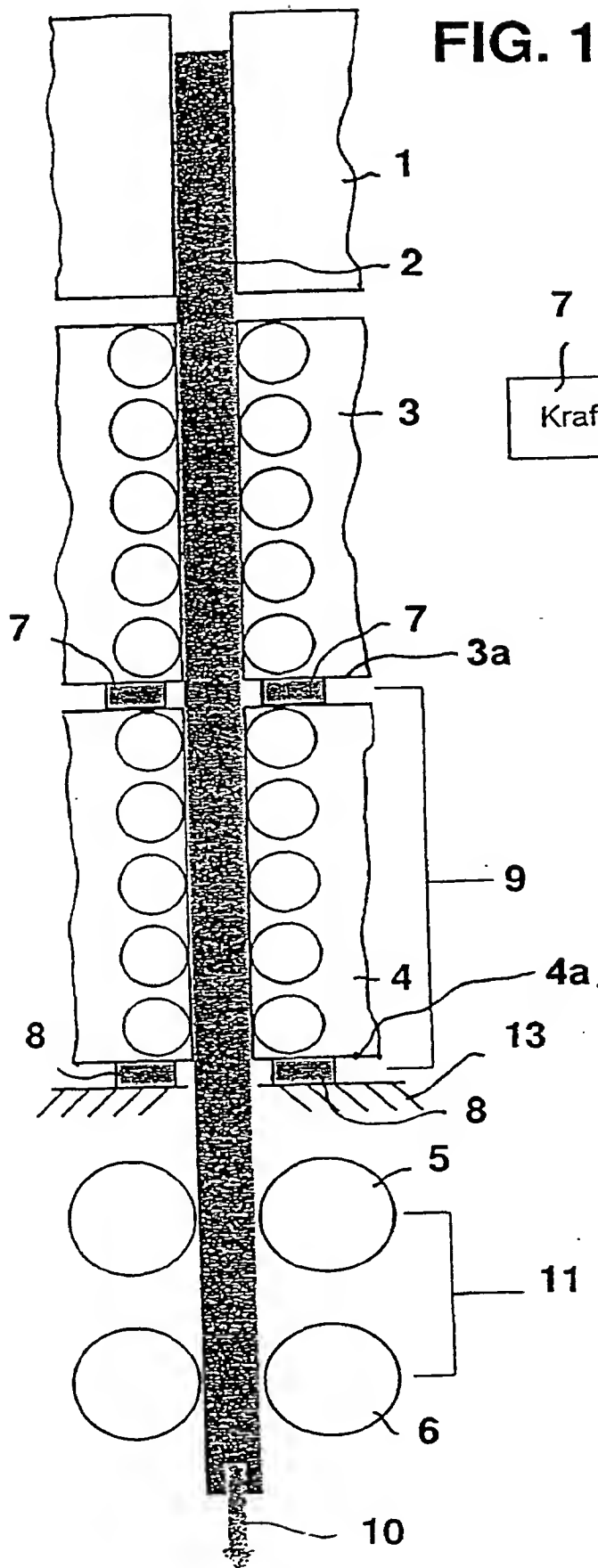
45

50

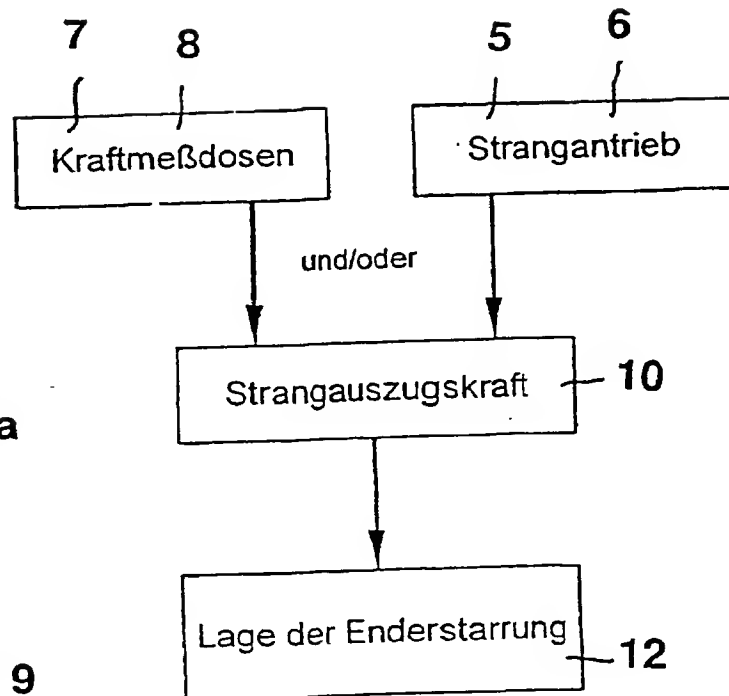
55

60

65



**FIG. 2**



**FIG. 3**

